

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 08 809.8

**Anmeldetag:** 1. März 2002

**Anmelder/Inhaber:** Hentze-Lissotschenko Patentverwaltungs GmbH &  
Co KG, Norderfriedrichskoog/DE

**Erstanmelder:** Dr. Vitalij Lissotschenko,  
Dortmund/DE; Joachim Hentze, Werl/DE.

**Bezeichnung:** Modulationsvorrichtung

**IPC:** G 02 F, G 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. April 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

Faust

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Dipl.-Chem. E.L. FRITZ**  
**Dr. Dipl.-Phys. R. BASFELD**  
**Patentanwälte**  
**M. HOFFMANN**  
**B. HEIN**  
**Rechtsanwälte**  
**Ostentor 9**  
**59757 Arnsberg**

PT 02/075  
28.02.2002/BA/RH



Herr  
Joachim Hentze  
Haus Lohe 1

59457 Werl

Herr  
Dr. Vitalij Lissotschenko  
Tospelliweg 19

44149 Dortmund

=====  
**"Modulationsvorrichtung"**  
=====

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Modulationsvorrichtung für Laserstrahlung, umfassend mindestens ein Modulationsmittel, das zumindest teilweise die durch die Modulationsvorrichtung hindurchtretende Laserstrahlung verändern kann.

5

Modulationsvorrichtungen der vorgenannten Art sind hinlänglich bekannt. Sie können in unterschiedlichen Anwendungsgebieten eingesetzt werden. Hier sollen beispielsweise Laserdrucker, Laserfernsehen oder auch Werkstückbearbeitung durch Laserstrahlung genannt werden.

10

Ein typisches, im Stand der Technik eingesetztes Modulationsmittel ist ein sogenannter GLV-Modulator. Ein derartiger GLV-Modulator wird in Reflektion betrieben. Er weist auf seiner reflektierenden Oberfläche eine ganze Anzahl von parallel nebeneinander angeordneten stegförmigen Segmenten auf, die die Laserstrahlung reflektieren können. Jedes dieser Segmente kann gezielt verkippt werden. Die Modulation findet dabei in der Regel dadurch statt, dass zwei zueinander direkt benachbarte Segmente unterschiedlich gekippt werden bzw. eines der Segmente gekippt wird und das andere in seiner ursprünglichen Position belassen werden, so dass durch diese unterschiedliche Verkipfung der beiden benachbarten Segmente zwischen den beiden benachbarten auf diese Segmente auftreffenden Teilstrahlen eine kleine Phasendifferenz entsteht. Diese Phasendifferenz führt durch direkte Interferenz im Bereich des Modulators dazu, dass die Ausbreitungscharakteristik des von dem Modulator reflektierten Lichtes gezielt verändert werden kann.

15

20

25

30

Als nachteilig hierbei erweist sich die Tatsache, dass hierzu hochgradig kohärentes Licht vorliegen muss. Dies ist insbesondere bei Laserdiodenbarren aufgrund der Ausdehnung der einzelnen Emissionsquellen eines derartigen Laserdiodenbarrens in der

Anordnungsrichtung der Emissionsquellen (in der Slow-Axis) in der Regel nicht gegeben. Als weiterhin nachteilig erweist sich hierbei auch, dass durch die vorgenannte Eigenart des von einem Laserdiodenbarren ausgehenden Lichtes zumeist mehr als zwei  
5 zueinander benachbarte, insbesondere vier oder sechs benachbarte Segmente ausgeleuchtet werden, so dass die Auflösung eines derartigen Modulationsmittels ausgesprochen schlecht ist. Weiterhin lässt sich zwischen den einzelnen Zuständen bei jeweils zueinander verkippten benachbarten Segmenten und nicht zueinander verkippten  
10 benachbarten Segmenten eines entsprechenden Teilbereichs des GLV-Modulators nur unzureichend gut unterscheiden, wenn als Laserquelle ein Laserdiodenbarren oder ein Stack von Laserdiodenbarren verwendet wird.

15 Das der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Problem ist die Schaffung einer Modulationsvorrichtung der eingangs genannten Art, die effektiver gestaltet ist, insbesondere bei Verwendung eines Laserdiodenbarrens oder eines Laserdiodenstacks als Laserlichtquelle.

20 Dies wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 erzielt.

Gemäß Anspruch 1 ist vorgesehen, dass die Modulationsvorrichtung  
25 Strahlteilmittel umfasst, die die Laserstrahlung in mindestens zwei Teilstrahlbündel aufteilen können, dass die Vorrichtung weiterhin in Strahlausbreitungsrichtung hinter den Strahlteilmitteln Strahlvereinigungsmittel umfasst, die mindestens zwei der Teilstrahlbündel wieder zusammenführen können, und dass das  
30 mindestens eine Modulationsmittel derart zwischen den Strahlteilmitteln und den Strahlvereinigungsmitteln angeordnet ist, dass zumindest eines der Teilstrahlbündel derart von dem mindestens

einen Modulationsmittel verändert werden kann, dass die von dem Strahlvereinigungsmittel oder im Bereich des Strahlvereinigungsmittels zusammengeführte Laserstrahlung zumindest in einem vorgegebenen Raumgebiet aufgrund von Interferenz der mindestens zwei Teilstrahlbündel die gewünschte Modulation aufweist. Als vorteilhaft bei einer derartigen Vorrichtung erweist sich, dass durch die Aufspaltung in zwei einander entsprechende Teilstrahlbündel die Güte und die Auflösung der Modulation unabhängig von der Kohärenz der verwendeten Laserstrahlung ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Laserstrahlung zumindest abschnittsweise in einer ersten, zur mittleren Ausbreitungsrichtung senkrechten Richtung eine größere Divergenz auf, als in einer zweiten, zur mittleren Ausbreitungsrichtung und zur ersten Richtung senkrechten Richtung, wobei die Auftrennung in Teilstrahlbündel in der ersten Richtung erfolgt. Insbesondere bei der Verwendung eines Laserdiodenbarrens entspricht die erste Richtung größerer Divergenz der Fast-Axis, wohingegen die zweite Richtung kleinerer Divergenz des Slow-Axis entspricht. Wenn somit erfindungsgemäß die Auftrennung in der ersten Richtung, und damit in Richtung der Fast-Axis erfolgt, wird die Veränderung des entsprechenden Teilstrahlbündels ebenfalls in Richtung der Fast-Axis erfolgen, so dass hierbei zusätzlich noch die größere Kohärenz der Laserstrahlung in Fast-Axis-Richtung ausgenutzt wird.

Es kann vorgesehen sein, dass die Strahlteilmittel als Prisma, insbesondere als zumindest teilweise verspiegeltes Prisma ausgebildet sind. Alternativ dazu könnten die Strahlteilmittel auch als teildurchlässiger Spiegel ausgebildet sein.

Weiterhin kann vorgesehen sein, dass die Strahlvereinigungsmittel als Prisma, insbesondere als zumindest teilweise verspiegeltes Prisma ausgebildet sind. Alternativ dazu könnten auch die Strahlvereinigungsmittel als teildurchlässiger Spiegel ausgebildet sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das mindestens eine Modulationsmittel derart das mindestens eine Teilstrahlbündel verändern, dass dieses gezielte Phasenverschiebungen einzelner oder aller Teilstrahlen erfährt, insbesondere um die Hälfte einer Wellenlänge der Laserstrahlung. Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied zu dem Stand der Technik, bei dem innerhalb eines Teilstrahlbündels benachbarten Teilstrahlen eine Phasenverschiebung zueinander mitgeteilt wurde. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden nicht benachbarte Teilstrahlen des gleichen Teilstrahlbündels mit einer Phasenverschiebung zueinander versehen, sondern es wird insbesondere nur in einem der beiden Teilstrahlbündel von einem Modulationsmittel eine Phasenverschiebung bewirkt, so dass erst nach Vereinigung der beiden Teilstrahlbündel, am Strahlvereinigungsmittel oder im Bereich des Strahlvereinigungsmittels oder hinter dem Strahlvereinigungsmittel durch Interferenz eine Modulation hervorgerufen wird. Auf diese Weise tragen für den Fall, dass die Modulationsmittel als in Reflektion zu betreibender Modulator insbesondere als GLV-Modulator ausgebildet sind, nicht mehr zwei oder vier oder sechs zueinander benachbarte Segmente des Modulators zu einem Modulationspunkt oder zu einem Modulationsbit bei, sondern in einem bevorzugten Fall nur noch ein einzelnes Element. Auf diese Weise kann natürlich die Auflösung, mit der die Laserstrahlung moduliert werden kann, erheblich gesteigert werden.

Es ist alternativ denkbar, dass die Modulationsmittel als in Transmission zu betreibender Modulator ausgebildet sind.

5 Zudem besteht die Möglichkeit, dass die Modulationsmittel als zweidimensionaler Modulator ausgeführt sind, mit dem eine auf ihn auftreffende Laserstrahlung hinsichtlich zweier im wesentlichen zueinander senkrechter Richtungen moduliert werden kann. Auf diese Weise kann der Laserstrahlung eine flächige Information aufmoduliert werden, die beispielsweise Bereichsweise eine zeilenweise Rasterung beim Druckvorgang oder dergleichen überflüssig machen kann.

10 Es ist denkbar, dass eine erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung sogar einen dreidimensionalen Modulator verwenden kann, mit dem eine auf ihn auftreffende Laserstrahlung hinsichtlich dreier im wesentlichen zueinander senkrechter Richtungen moduliert werden kann.

15 Eine erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung aus Strahlteilmittel, Modulationsmittel und Strahlvereinigungsmittel kann als Interferometer angesehen werden. Für eine erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung eignen sich somit hinsichtlich der Anordnung der vorgenannten Elemente zueinander sämtliche bekannten Interferometertypen, wie beispielsweise ein Michelson-Interferometer.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist in Strahlausbreitungsrichtung hinter den Strahlvereinigungsmitteln eine Blende angeordnet, die Teile der Laserstrahlung entsprechend der zu erzielenden Modulation ausblenden kann. Hierbei kann vorgesehen sein, dass in Strahlausbreitungsrichtung vor und/oder hinter der Blende Linsenmittel, insbesondere Zylinderlinsen angeordnet sind, die die Laserstrahlung auf die Blende abbilden bzw. fokussieren und/oder im

30

Anschluss an die Blende die fokussierte Laserstrahlung wieder kollimieren können. Aufgrund der Tatsache, dass durch die von den Modulationsmitteln im Bereich der Strahlvereinigungsmittel oder hinter den Strahlvereinigungsmitteln bewirkten Interferenz eine Ausbreitung der wieder vereinigten Laserstrahlung in bestimmte Richtungen ermöglicht und in bestimmte Richtungen verboten wird, eignet sich eine Blende sehr gut, um bestimmte gewünschte Teile der Laserstrahlung auszublenden, die beispielsweise bei Aufmodulation einer digitalen Information einer logischen „0“ entsprechen.

Gleichermaßen wird dabei der Anteil der Laserstrahlung, der durch die Blende hindurchgelassen wird, einer logischen „1“ entsprechen.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Laserstrahlung in Teilstrahlbündel aufgeteilt wird, dass daran anschließend mindestens eines der Teilstrahlbündel entsprechend der zu erzielenden Modulation phasenverschoben wird und dass daran anschließend die Teilstrahlbündel derart zusammengeführt werden, dass die gewünschte Modulation durch Interferenz der beiden Teilstrahlbündel erreicht wird. Durch dieses Verfahren wird dem Fachmann eine Methode an die Hand gegeben, mit der er mit einfachen Mitteln eine sehr effektive Modulation hoher Auflösung erreichen kann.

Insbesondere kann dies durch das vorgenannte Ausblenden von Teilen der zusammengeführten Laserstrahlung geschehen, die beispielsweise einer logischen „0“ entsprechen. Weiterhin wird für den Fall, dass die Laserstrahlung eines Laserdiodenbarrens in Richtung der Fast-Axis in zwei Teilstrahlbündel aufgeteilt wird, aufgrund der Einbringung der Phasenverschiebung in Fast-Axis Richtung die Güte der Modulation gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Modulationsverfahren bedeutend erhöht.

Eine erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung kann insbesondere für Druckanwendungen eingesetzt werden.



Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

5

Fig. 1a eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Modulationsvorrichtung;

Fig. 1b eine Ansicht gemäß den Pfeilen 1b – 1b in Fig. 1a;

10

Fig. 2a eine Detailansicht der Modulationsvorrichtung gemäß Fig. 1a in einem ersten Zustand;

Fig. 2b eine Ansicht gemäß Fig. 2a in einem zweiten Zustand;

15

Fig. 3a ein schematisches Diagramm, das den Zusammenhang zwischen Intensität und Ausbreitungswinkel des Zustands in Fig. 2a verdeutlicht;

20

Fig. 3b ein Fig. 3a entsprechendes Diagramm, das den Zustand in Fig. 2b verdeutlicht.

25

Eine auf die erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung auftreffende Laserstrahlung 1 kann von einer Laserlichtquelle ausgehen, die beispielsweise als Laserdiodenbarren ausgeführt ist. Die Laserlichtquelle weist somit in einer Richtung, in Fig. 1a und Fig. 1b in X-Richtung, einen vergleichsweise ausgedehnten Querschnitt mit vielen nebeneinander angeordneten sich in X-Richtung erstreckenden linienförmigen Emissionsquellen auf. Weiterhin weist die als Laserdiodenbarren ausgeführte Laserlichtquelle in der dazu senkrechten Richtung, nämlich in Y-Richtung eine sehr geringe Ausdehnung von beispielsweise 1  $\mu\text{m}$  auf. In dieser Y-Richtung, die

30

als Fast-Axis bezeichnet wird, ist die Divergenz wesentlich größer als in der als Slow-Axis bezeichneten X-Richtung.

5 Eine erfindungsgemäße Modulationsvorrichtung ist aus Fig. 1a und Fig. 1b ersichtlich. Die Modulationsvorrichtung umfasst Strahlteilmittel 2, die auf sie auftreffende Laserstrahlung 1 in zwei Teilstrahlbündel aufteilen kann. In Fig. 1a ist diese Aufteilung  
10 vermittelt zweier willkürlich herausgegriffener Teilstrahlen 1a und 1b verdeutlicht. Die Strahlteilmittel 2 bestehen in dem abgebildeten Ausführungsbeispiel aus zwei Prismen 2a, 2b, die einander gleichen und mit zwei entsprechenden Kathetenseiten aufeinander liegen und beispielsweise miteinander verklebt sind. Aus Fig. 1a ist ersichtlich, dass die beiden Teilstrahlen 1a, 1b in zwei voneinander getrennte  
15 Hälften der Strahlteilmittel 2, nämlich in die beiden unterschiedlichen Prismen 2a, 2b eintreten. Nach einer Reflektion an den jeweiligen Hypotenusenseiten werden sie ein zweites mal an den aneinander geklebten Kathetenseiten reflektiert. Diese können hierzu beispielsweise verspiegelt sein. Daran anschließend treten sie aus  
20 den Hypotenusenseiten der Prismen 2a, 2b aus, so dass sie etwa unter einem Winkel von  $45^\circ$  zur ursprünglichen Ausbreitungsrichtung Z nach oben bzw. nach unten abgelenkt werden. Auf diese Weise wird die Laserstrahlung in zwei sich von dem Strahlteilmittel 2 in Fig. 1a nach oben und nach unten voneinander entfernende Teilstrahlbündel aufgeteilt.

25 Das sich in Fig. 1a nach oben bewegende Teilstrahlbündel wird an einem Spiegel 4 so reflektiert, dass es unter einem Winkel von  $-45^\circ$  zur Z-Richtung nach unten reflektiert wird. Dies wird durch den beispielhaft herausgegriffenen Teilstrahl 1a verdeutlicht. Das nach  
30 unten abgelenkte Teilstrahlbündel wird, wie dies an dem beispielhaften Teilstrahl 1b verdeutlicht ist, von einem Modulationsmittel 3 ebenfalls unter einem Winkel von etwa  $45^\circ$  zur Z-

Richtung nach oben reflektiert. Das Modulationsmittel 3 kann beispielsweise als GLV-Modulator ausgeführt sein. Insbesondere kann das Modulationsmittel 3 in Querrichtung, d. h. in X-Richtung in Fig. 1b nebeneinander angeordnete Segmente 5, insbesondere stegförmige Segmente 5 aufweisen. Die stegförmigen Segmente 5 können das auf sie auftreffende Licht reflektieren, wie dies beispielhaft für den Teilstrahl 1b dargestellt ist. Insbesondere besteht die Möglichkeit, dass der Neigungswinkel der einzelnen stegförmigen Segmente 5 derart geändert wird, dass der optische Weg beispielsweise des Teilstrahls 1b um ein kurzes Stück, das insbesondere dem Betrag der halben Wellenlänge der Laserstrahlung entsprechen kann, vergrößert oder verkleinert wird. Die einzelnen Segmente 5, sollen sich in Fig. 1b über die gesamte Breite in X-Richtung erstrecken. Somit kann gezielt an einem bestimmten Punkt in X-Richtung das entsprechende Segment 5 verkippt oder nicht verkippt werden. Auf diese Weise können die auf das Modulationsmittel 3 auftreffenden Teilstrahlbündel der Laserstrahlung 1 gezielt für verschiedene X-Koordinaten mit einer Phasendifferenz der halben Wellenlänge versehen werden oder nicht versehen werden.

Die Modulationsvorrichtung umfasst weiterhin ein Strahlvereinigungsmittel 6, dass die von dem Modulationsmittel 3 und dem Spiegel 4 reflektierten Teilstrahlbündel zusammenführt, so dass die wieder zusammengeführte Laserstrahlung 1 in positiver Z-Richtung in Fig. 1a und Fig. 1b propagiert. Dieses Strahlvereinigungsmittel 6 ist beispielhaft als Prisma ausgeführt, an dessen äußeren gegebenenfalls verspiegelten Seiten die Teilstrahlbündel derart reflektiert werden, dass sie sich nach der Reflektion in positiver Z-Richtung bewegen. Die auf diese Weise wieder miteinander vereinigten Teilstrahlbündel weisen unter Umständen entsprechend der Stellungen der einzelnen Segmente 5

des Modulationsmittels 3 lokale Phasendifferenzen von beispielsweise der halben Wellenlänge der verwendeten Laserstrahlung auf.

5 Anschließend an das Strahlvereinigungsmittel 6 sind in Z-Richtung hintereinander eine Zylinderlinse 7, deren Zylinderachse sich in X-Richtung erstreckt, eine Blende 8 und eine weitere Zylinderlinse 9, deren Zylinderachse sich ebenfalls in X-Richtung erstreckt angeordnet. Hierbei ist, wie dies aus Fig. 1a ersichtlich ist, die Blende 8 in einem Abstand von der Zylinderlinse 7 bzw. von der Zylinderlinse 9 angeordnet, der ziemlich exakt der Brennweite dieser Zylinderlinsen 7, 9 entspricht, wobei die Brennweiten der Zylinderlinse 7 und Zylinderlinse 9 gleich groß sind. Da auf diese Weise die beiden Zylinderlinsen 7, 9 in einem Abstand zueinander angeordnet sind, der der doppelten Brennweite entspricht, wird die vor dem Eintritt in die Zylinderlinse 7 zur Z-Richtung parallele Laserstrahlung 1 nach dem Austritt aus der Zylinderlinse 9 wiederum zur Z-Richtung parallel sein. Die Blende 8 besteht aus zwei Blendenteilen 8a, 8b, die in Y-Richtung übereinander angeordnet sind, wobei sich der zwischen ihnen bestehende Spalt in X-Richtung erstreckt. Der zwischen den Blendenteilen 8a, 8b vorhandene Spalt ist im wesentlichen exakt auf der Fokuslinie der beiden Zylinderlinsen 7, 9 angeordnet.

10  
15  
20  
25  
30 In Fig. 2a, 2b sind zwei verschiedene Fälle dargestellt. In dem ersten Fall wird angenommen, dass für die abgebildeten Teile der Laserstrahlung 1 die entsprechenden Segmente 5 des Modulationsmittels 3 derart gekippt waren, dass die von dem Modulationsmittel 3 reflektierten Teile der Laserstrahlung 1 zu den entsprechenden von dem Spiegel 4 reflektierten Teile der Laserstrahlung 1 eine Phasendifferenz von  $\lambda/2$ , d. h. von der halben Wellenlänge der verwendeten Laserstrahlung aufweisen. Diese Teile der Laserstrahlung werden somit nach der Wiedervereinigung in dem Strahlvereinigungsmittel 6 aufgrund von Interferenz nicht exakt in Z-Richtung propagieren können. Dies ist in Fig. 3a angedeutet, in der die Intensität I in willkürlichen Einheiten gegen den Winkel  $\theta$

aufgetragen, wobei der Winkel  $\theta$  den Winkel zwischen der Z-Achse und der Ausbreitungsrichtung der Laserstrahlung 1 angibt. Fig. 3a, die lediglich eine schematische Darstellung zeigt, verdeutlicht, dass in direkter Z-Richtung keine Ausbreitung der auf diese Weise miteinander interferierenden Teile der Laserstrahlung stattfindet. Dies ist in Fig. 2a dadurch angedeutet, dass die von der Linse 7 fokussierte Laserstrahlung 1 im Bereich der Blende 8, somit im Bereich der Brennebene, eben nicht in der XZ-Ebene fokussiert ist, sondern kurz oberhalb und kurz unterhalb der XZ-Ebene. Aufgrund der Einführung der Blende 8 in den Strahlengang wird somit eine auf diese Weise modulierte Laserstrahlung 1 nicht nach rechts, d. h. nicht in positiver Z-Richtung aus der Blende 8 austreten.

Fig. 2b und 3b zeigen Teile der Laserstrahlung 1, bei denen das entsprechende Segment 5 des Modulationsmittels 3 nicht verkippt wurde, so dass diese von dem Modulationsmittel 3 reflektierten Teile der Laserstrahlung 1 keine Phasenverschiebung erfahren, so dass auch keine destruktive Interferenz nach Vereinigung durch die Strahlvereinigungsmittel 6 auftritt. In diesem Fall verdeutlicht Fig. 3b, dass das Ausbreitungsmaximum etwa in Z-Richtung liegt. Dieser Fall ist auch in Fig. 2b verdeutlicht, in dem die Brennnlinie der durch die Zylinderlinse 7 fokussierten Laserstrahlung 1 im wesentlichen im Bereich der Blende 8 in der XZ-Ebene liegt. Dadurch wird erreicht, dass dieser Teil der Laserstrahlung im wesentlichen ungehindert durch die Blende 8 hindurch tritt und nach Durchgang durch die zweite Zylinderlinse 9 parallel zur Z-Achse in positiver Z-Richtung propagiert.

Es besteht die Möglichkeit, anstelle der Strahlteilmittel 2 andere Strahlteilmittel zu verwenden. Dies könnten beispielsweise Strahlteilmittel sein, die etwa den Strahlvereinigungsmitteln 6 entsprechen. Weiterhin können anstelle der Strahlvereinigungsmittel 6 auch andere Strahlvereinigungsmittel verwendet werden, beispielsweise Strahlvereinigungsmittel, die den Strahlteilmitteln 2 im wesentlichen entsprechen.

Es besteht auch die Möglichkeit, anstelle des als GLV-Modulator ausgebildeten Modulationsmittel 3 andere Modulationsmittel zu verwenden. Insbesondere besteht auch die Möglichkeit, Modulationsmittel zu verwenden, die eine zweidimensionale Modulation des auf die Modulationsmittel auftreffenden Lichtes bewirken können. Beispielsweise kann hierbei das von einer zweidimensionalen Lichtquelle ausgehende Licht, wie beispielsweise das Licht eines Stacks von Laserdiodenbarren entsprechend moduliert werden. Wesentlich ist lediglich, dass ein Teilstrahlbündel, nämlich insbesondere das in Fig. 1a nach unten abgelenkte Teilstrahlbündel mit dem beispielhaft herausgegriffenen Teilstrahl 1b, gezielt in einzelnen Teilabschnitten mit einer Phasenverschiebung versehen wird. Die einzelnen Teilabschnitte, in denen eine Phasenverschiebung durchgeführt wird, können durch Informationen vorgegeben werden, die der Laserstrahlung 1 aufmoduliert werden sollen. Bei den Informationen kann es sich beispielsweise um Druckinformationen oder aber auch um Informationen für ein Laserfernsehen oder Informationen für die Bearbeitung eines Werkstückes oder dergleichen handeln.

Es besteht weiterhin die Möglichkeit, anstelle des Spiegels 4 ebenfalls ein reflektierendes Modulationsmittel zu verwenden. Wichtig ist hierbei lediglich, dass zwischen einzelnen einander entsprechenden Teilbereichen der aufgetrennten Laserstrahlung 1 eine vorgebbare Phasendifferenz erzeugt werden kann, um einzelne Teilbereiche durch die Blende 8 hindurch zu lassen bzw. von der Blende 8 blockieren zu lassen.

Die voranstehende Beschreibung der abgebildeten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Modulationsvorrichtung verdeutlicht anschaulich, dass das Prinzip der erfindungsgemäßen Modulationsvorrichtung dem eines Interferometers ähnelt.

Es besteht erfindungsgemäß die Möglichkeit, die beispielsweise von einem Laserdiodenbarren ausgehende Laserstrahlung 1 vor oder nach oder im Bereich der Modulationsvorrichtung hinsichtlich ihrer Fast-Axis-Divergenz sowie hinsichtlich ihrer Slow-Axis-Divergenz mit

entsprechenden aus dem Stand der Technik bekannten Mitteln zu kollimieren. Dies sind hinsichtlich der Fast-Axis-Divergenz Zylinderlinsen, deren Zylinderachsen in X-Richtung ausgerichtet sind. Hinsichtlich der Slow-Axis-Divergenz sind dies Arrays von

5 Zylinderlinsen, deren Zylinderachsen in Y-Richtung ausgerichtet sind.

### Patentansprüche:

1. Modulationsvorrichtung für Laserstrahlung, umfassend  
mindestens ein Modulationsmittel (3), das zumindest teilweise  
die durch die Modulationsvorrichtung hindurchtretende  
Laserstrahlung (1) verändern kann, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Modulationsvorrichtung Strahlteilmittel (2) umfasst,  
die die Laserstrahlung (1) in mindestens zwei Teilstrahlbündel  
aufteilen können, dass die Vorrichtung weiterhin in  
Strahlausbreitungsrichtung hinter den Strahlteilmitteln (2)  
Strahlvereinigungsmittel (6) umfasst, die mindestens zwei der  
Teilstrahlbündel wieder zusammenführen können, und dass das  
mindestens eine Modulationsmittel (3) derart zwischen den  
Strahlteilmitteln (2) und den Strahlvereinigungsmitteln (6)  
angeordnet ist, dass zumindest eines der Teilstrahlbündel derart  
von dem mindestens einen Modulationsmittel (3) verändert  
werden kann, dass die von dem Strahlvereinigungsmittel (6) oder  
im Bereich des Strahlvereinigungsmittels (6) zusammengeführte  
Laserstrahlung (1) zumindest in einem vorgegebenen  
Raumgebiet aufgrund von Interferenz der mindestens zwei  
Teilstrahlbündel die gewünschte Modulation aufweist.
2. Modulationsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, dass die Laserstrahlung zumindest  
abschnittsweise in einer ersten, zur mittleren  
Ausbreitungsrichtung (Z) senkrechten Richtung (Y) eine größere  
Divergenz aufweist, als in einer zweiten, zur mittleren  
Ausbreitungsrichtung (Z) und zur ersten Richtung (Y)  
senkrechten Richtung (X), wobei die Auftrennung in  
Teilstrahlbündel in der ersten Richtung (Y) erfolgt.



3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlteilmittel (2) als Prisma, insbesondere als zumindest teilweise verspiegeltes Prisma ausgebildet sind.
- 5
4. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlteilmittel als teildurchlässiger Spiegel ausgebildet sind.
- 10
5. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlvereinigungsmittel (6) als Prisma, insbesondere als zumindest teilweise verspiegeltes Prisma ausgebildet sind.
- 15
6. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlvereinigungsmittel als teildurchlässiger Spiegel ausgebildet sind.
- 20
7. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Modulationsmittel (3) derart das mindestens eine Teilstrahlbündel verändern kann, dass dieses eine gezielte Phasenverschiebung mindestens eines seiner Teilstrahlen erfährt, insbesondere um die Hälfte einer Wellenlänge der Laserstrahlung.
- 25
8. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationsmittel (3) als in Reflektion zu betreibender Modulator ausgebildet sind, insbesondere als GLV-Modulator.
- 30
9. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationsmittel (3) als in

Transmission zu betreibender Modulator ausgebildet sind.

- 5 10. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Modulationsmittel (3) als zweidimensionaler Modulator ausgeführt sind, mit dem eine auf ihn auftreffende Laserstrahlung hinsichtlich zweier im wesentlichen zueinander senkrechter Richtungen moduliert werden kann.
- 10 11. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Strahlteilmittel (2) die Modulationsmittel (3) und die Strahlvereinigungsmittel (6) ein Interferometer gebildet wird.
- 15 12. Modulationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass in Strahlausbreitungsrichtung (Z) hinter den Strahlvereinigungsmitteln (6) eine Blende (8) angeordnet ist, die Teile der Laserstrahlung (1) entsprechend der zu erzielenden Modulation ausblenden kann.
- 20 13. Modulationsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in Strahlausbreitungsrichtung (Z) vor und/oder hinter der Blende (8) Linsenmittel, insbesondere Zylinderlinsen (7, 9), angeordnet sind, die die Laserstrahlung (1) auf die Blende (8) fokussieren und/oder im Anschluss an die Blende (8) die fokussierte Laserstrahlung wieder kollimieren können.
- 25
- 30

### **Zusammenfassung (Fig. 1a)**

Modulationsvorrichtung für Laserstrahlung, umfassend mindestens ein Modulationsmittel (3), das zumindest teilweise die durch die Modulationsvorrichtung hindurchtretende Laserstrahlung (1) verändern kann, wobei die Modulationsvorrichtung Strahlteilmittel (2) umfasst, die die Laserstrahlung (1) in mindestens zwei Teilstrahlbündel aufteilen können, wobei die Vorrichtung weiterhin in Strahlausbreitungsrichtung hinter den Strahlteilmitteln (2) Strahlvereinigungsmittel (6) umfasst, die mindestens zwei der Teilstrahlbündel wieder zusammenführen können, und wobei das mindestens eine Modulationsmittel (3) derart zwischen den Strahlteilmitteln (2) und den Strahlvereinigungsmitteln (6) angeordnet ist, dass zumindest eines der Teilstrahlbündel derart von dem mindestens einen Modulationsmittel (3) verändert werden kann, dass die von dem Strahlvereinigungsmittel (6) zusammengeführte Laserstrahlung (1) zumindest in einem vorgegebenen Raumgebiet aufgrund von Interferenz der mindestens zwei Teilstrahlbündel die gewünschte Modulation aufweist.

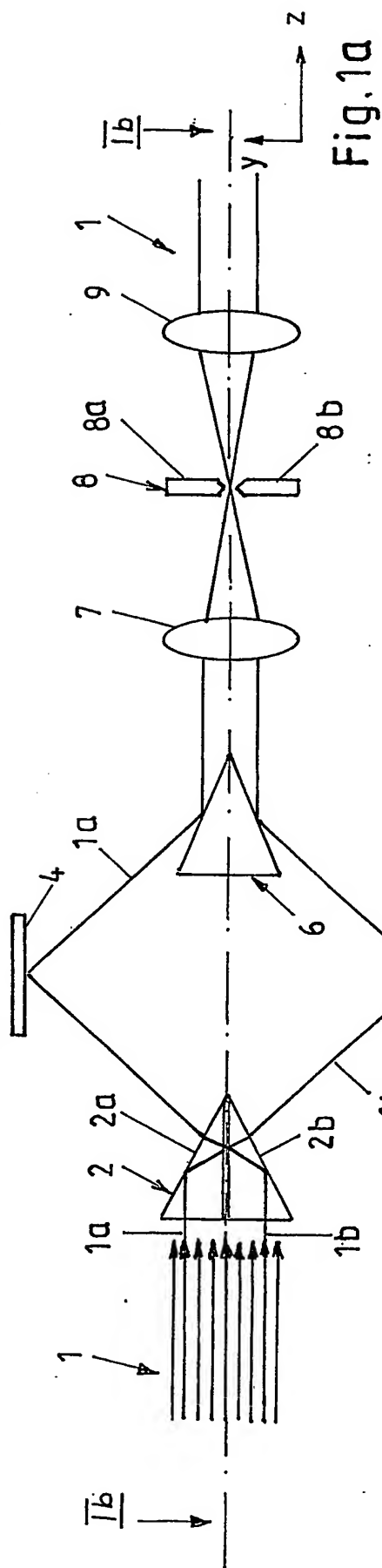


Fig. 1a

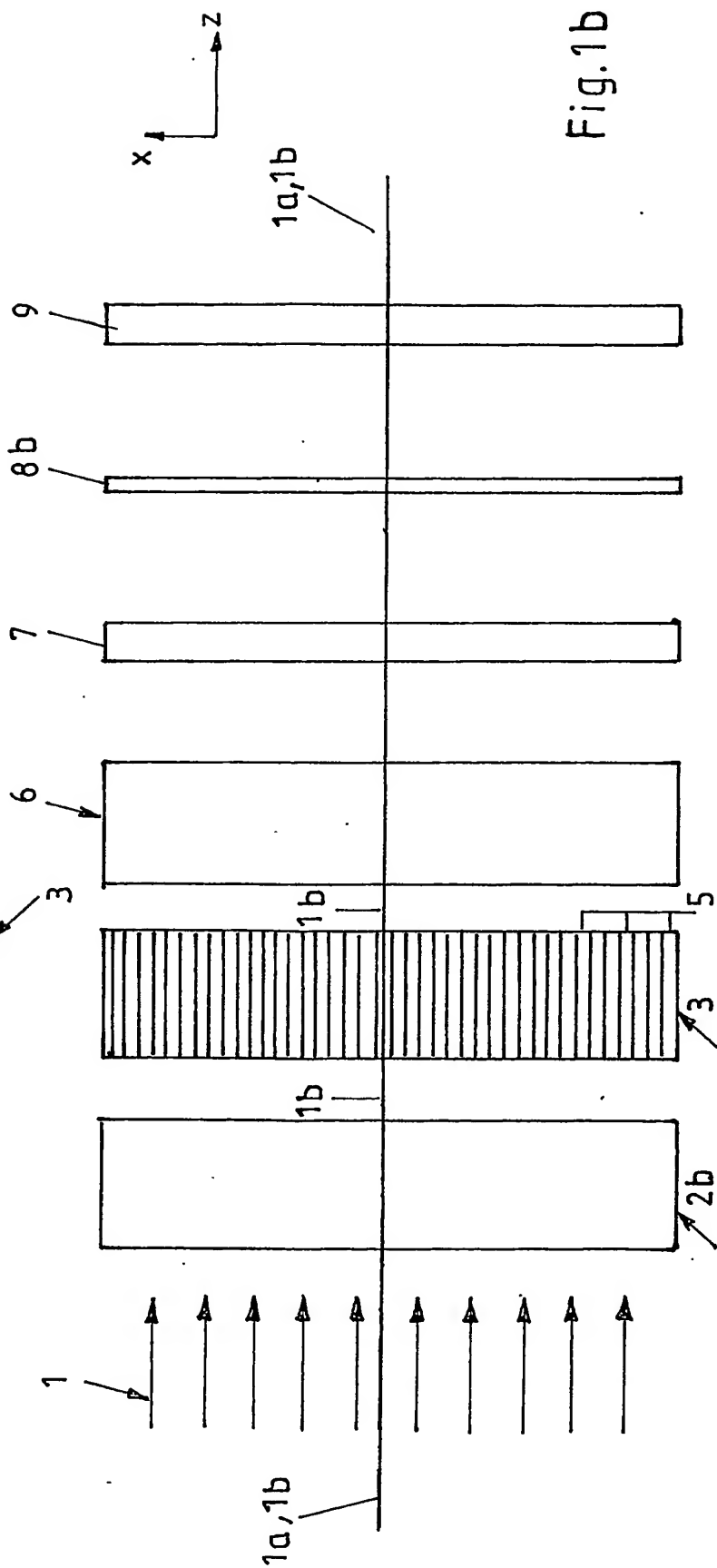


Fig. 1b

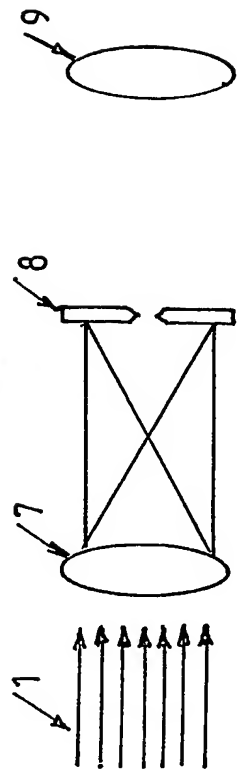


Fig 2a

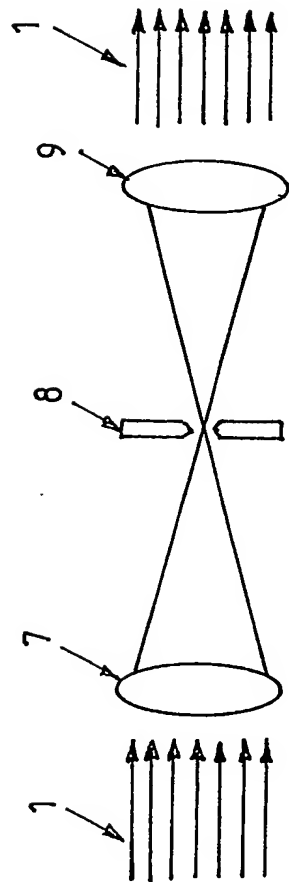


Fig 2b

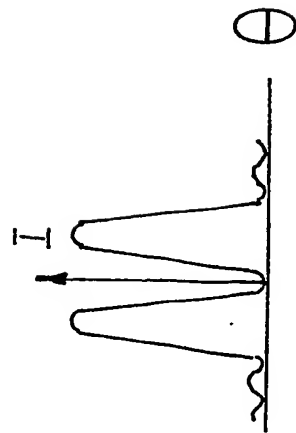


Fig 3a

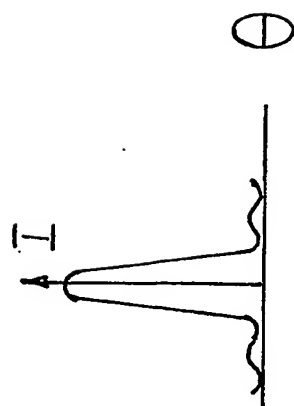


Fig 3b